

NEY GUERRERO|SISTEMAS CONSTRUCTIVOS III|10/2018



• DESCRIPCIÓN

- Es una de las organizaciones internacionales de desarrollo de normas más grandes del mundo. En ASTM se reúnen productores, usuarios y consumidores, entre otros, de todo el mundo, para crear normas de consenso voluntarias, que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. Existen alrededor de 12.575 acuerdos voluntarios de normas de aplicación mundial.
- La ASTM (American Society for testing and Materials), fue creada en la década de 1800 para trabajar con las empresas siderúrgicas en Pensilvania, para regular la producción de acero utilizado en la revolución industrial.

• CONDICIONES

CONDICION MEDIANTE PORSENTAJE DE CARBONO

El límite superior del 2% en el contenido de carbono (C) es el límite que separa al acero de la fundición. En general, un aumento del contenido de carbono en el acero eleva su resistencia a la tracción, pero como contrapartida incrementa su fragilidad en frío y hace que disminuya la tenacidad y la ductilidad. En función de este porcentaje, los aceros se pueden clasificar de la siguiente manera:

• **Aceros dulce:** Cuando el porcentaje de carbono es del 0,25% máximo. Estos aceros tienen una resistencia última de rotura en el rango de 48-55 kg/mm2 y una dureza Brinell en el entorno de 135-160 HB. Son aceros que presentan una buena soldabilidad aplicando la técnica adecuada.

Aplicaciones: Piezas de resistencia media de buena tenacidad, deformación en frío, embutición, plegado, herrajes, etc.

•**Aceros semidulce**: El porcentaje de carbono está en el entorno del 0,35%. Tiene una resistencia última a la rotura de 55-62 kg/mm2 y una dureza Brinell de 150-170 HB. Estos aceros bajo un tratamiento térmico por templado pueden alcanzar una resistencia mecánica de hasta 80 kg/mm2 y una dureza de 215-245 HB.

Aplicaciones: Ejes, elementos de maquinaria, piezas resistentes y tenaces, pernos, tornillos, herrajes.

•**Aceros semiduro:** Si el porcentaje de carbono es del 0,45%. Tienen una resistencia a la rotura de 62-70 kg/mm2 y una dureza de 280 HB. Después de someterlos a un tratamiento de templado su resistencia mecánica puede aumentar hasta alcanzar los 90 kg/mm2.

Aplicaciones: Ejes y elementos de máquinas, piezas bastante resistentes, cilindros de motores de explosión, transmisiones, etc.

•**Aceros duro:** El porcentaje de carbono es del 0,55%. Tienen una resistencia mecánica de 70-75 kg/mm2, y una dureza Brinell de 200-220 HB. Bajo un tratamiento de templado estos aceros pueden alcanzar un valor de resistencia de 100 kg/mm2 y una dureza de 275-300 HB.

Aplicaciones: Ejes, transmisiones, tensores y piezas regularmente cargadas y de espesores no muy elevados.



CONDICION MEDIANTE PORSENTAJE DE TEMPERATURA

Acero templado al horno, lámina de acero en la cual se nota un incremento significativo de su resistencia a la fluencia cuando se aplica un tratamiento térmico moderado, como el que se usa para el curado de pintura, seguido de una deformación o trabajo en frío.

Acero de alta resistencia y baja aleación, - un grupo específico de lámina de acero cuya resistencia se alcanza por medio del uso de elementos de micro-aleación, como el columbio (niobio), vanadio, titanio y molibdeno, lo que resulta en una mejor maleabilidad y soldabilidad de lo que se obtiene de los aceros convencionales de carbono-manganeso.

Los fabricantes utilizan uno o una combinación de elementos de micro aleación para lograr las propiedades deseadas. El producto está disponible en dos designaciones, HSLAS y HSLAS-F. Ambos productos están reforzados con micro-aleaciones, pero HSLAS-F además está tratado para lograr control de las inclusiones de sulfuro.

El acero está clasificado de la siguiente forma:

•**Acero comercial (CS).** Tipos:

- A, B y C

- Dureza total (dura, full hard) (JIS G3141, calidad SPCC, grado de temple “1”)

- Recocida (suave, temple grado estándar) (JIS G3141, calidad SPCC, grado de temple “S”)

•**Acero para embutido** (FS, tipos: A y B)

•**Acero para embutido profundo (DDS tipos A y C)**

•**Acero para embutido extra profundo (EDDS)**

•**Acero estructural (SS)**

•**Acero de alta resistencia y baja aleación (HSLAS)**

•**Acero de alta resistencia, baja aleación y maleabilidad mejorada (HSLAS-F)**

•**Acero templado por medio de solución (SHS)**

•**Acero templado al horno (BHS)**

El acero estructural, el acero de alta resistencia y de baja aleación, el acero templado por medio de solución y acero templado al horno están disponibles en varios grados en base a las propiedades mecánicas.

•El acero estructural de grado 340 [50] está disponible en cuatro clases en base en su resistencia a la tracción.

•El acero estructural grado 550 [80] está disponible en tres clases, en base a la química.

El material está disponible, ya sea en revestimiento de zinc o en revestimiento de aleación zinc-hierro, en distintas masas [pesos] de revestimiento o designaciones de revestimiento



CONDICION MEDIANTE PORSENTAJE QUIMICO

La tabla siguiente muestra la composición química del acero según el tipo.

•A En donde aparecen puntos suspensivos (...) en la tabla anterior, no hay requisito, pero se debe informar sobre el análisis.

•B Para los aceros que contienen 0.02% de carbono o más, se permite utilizar titanio, a opción del fabricante, hasta 3.4N + 1.5S ó 0.025%.

•C Cuando se requiera acero desoxidado para la aplicación, el comprador tiene la opción de ordenar CS y FS a un mínimo de 0.01% de aluminio total.

•D Se permite que se suministre el acero como acero estabilizado químicamente o desgasificado al vacío, o ambos, a opción del fabricante.

•E Se permite que se utilicen elementos estabilizadores como vanadio, columbio, titanio o sus combinaciones, cuando los niveles de carbono son menores o iguales a 0.02%, y queda a opción del fabricante. En tales casos, el límite aplicable de vanadio y columbio debe ser de 0.10% máximo y el límite del titanio debe ser de 0.15% máximo.

•F Para CS y FS, especificar el tipo B para evitar niveles de carbono debajo de 0.02%.

•G No se debe suministrar como un acero estabilizado.

•H Se debe suministrar como acero estabilizado.

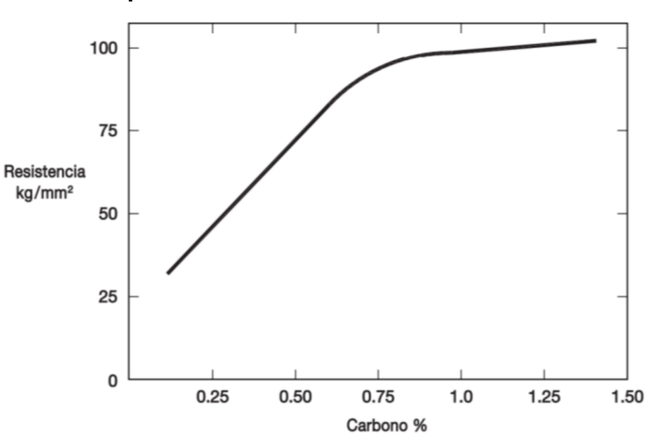
•I Composición según JIS G3141:2005, grado SPCC.

INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS EN LAS PROPIEDADES DEL ACERO

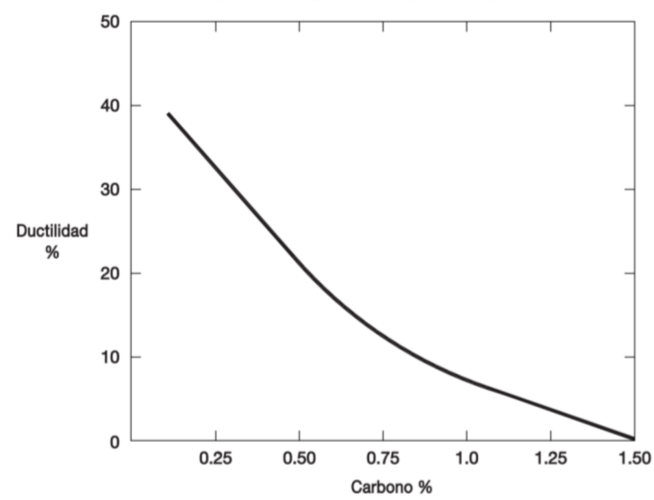
Todos los aceros contienen además del carbono otros elementos químicos que en parte son debidos al proceso de producción adoptado, o que le han sido agregados para obtener determinadas propiedades en su aplicación. Los elementos químicos que intervienen en una aleación del acero son: hierro, carbono, manganeso, silicio, columbio, níquel, azufre, fósforo, etc.

Hierro (Fe): El hierro es el elemento simple más importante en el acero, y comprende aproximadamente el 95% de su composición. Los aceros con un porcentaje bajo de hierro no se clasifican como "estructurales".

Carbono (C): Después del hierro, el carbono es el elemento químico más importante en el acero. Un incremento del carbono aumenta la resistencia del acero y reduce su ductilidad y soldabilidad: los aceros estructurales usuales típicamente tienen contenido de carbono que varía de 0.05 a 0.25%. Los aceros estructurales de hace más 40 años tenían contenido de carbono que variaba de 0.15 a 0.25%. Los aceros ASTM A36 y ASTM A7 son un ejemplo de estos tipos de acero.



Efecto del contenido del carbono en la resistencia de los aceros estructurales.



Efecto del contenido del carbono en la ductilidad de los aceros estructurales.



Esto ha sido posible gracias a nuevos procesos de producción (arco eléctrico), técnicas de metalurgia y colada continua. El bajo contenido de carbono también mejora la soldabilidad.

Manganeso (Mn): El manganeso tiene efectos similares a los del carbono. Se usa en aceros estructurales en cantidades que varían de aproximadamente 0.5 a 1.7%.

Silicio (Si): El silicio es uno de los dos elementos desoxidantes más importantes del acero, lo que significa que es muy efectivo para remover oxígeno del acero durante el vaciado y proceso de solidificación. El contenido típico del silicio en aceros estructurales es menor de 0.4%, pero debe ser por lo menos 0.1%

Columbio(Cb): El Columbio (llamado Niobio en Europa) se usa para mejorar la resistencia del acero. Tiene efectos similares a los del manganeso y vanadio, y frecuentemente se usa en combinación con el vanadio. Debido a los requisitos de soldabilidad, el Cb se usa en cantidades menores de 0.05. (Ejemplo, el acero A572).

Níquel (Ni): El níquel es un agente poderosamente anticorrosivo, y también es uno de los elementos más importantes para aceros de alta tenacidad. El contenido de níquel generalmente varía entre 0.25 y 1.5%, dependiendo de los requisitos del acero.

Azufre (S) y Fósforo (P): Ambos elementos son perjudiciales en la resistencia del acero, pero especialmente en la ductilidad y soldabilidad. El azufre promueve la segregación del acero. Por esta razón, el contenido de S y P se limita a no más de 0.04 a 0.05%. Los aceros de colada continua generalmente tienen un contenido de azufre de alrededor de 0.02 a 0.03%.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DEL ACERO

Corrosión La corrosión es el resultado de una acción compleja electroquímica. El nivel de corrosión en el acero depende de las condiciones ambientales.

En estructuras de acero se distingue el óxido de laminación, que se produce por efecto del agua en el metal al rojo vivo durante el proceso de laminación, del óxido atmosférico que se inicia a medida que se desprende la costra de laminación. La intensidad de la corrosión depende de las condiciones ambientales del lugar de la obra. Los efectos de la corrosión se miden por medio del grueso del material que se degrada (milésimos de pulgada). Las pinturas son el método más utilizado para proteger el acero estructural. Para utilizar una pintura eficaz y duradera, además de una preparación adecuada de la superficie, es necesaria una elección correcta de la pintura, así como una ejecución adecuada de las capas protectoras



PROPIEDADES FISICAS

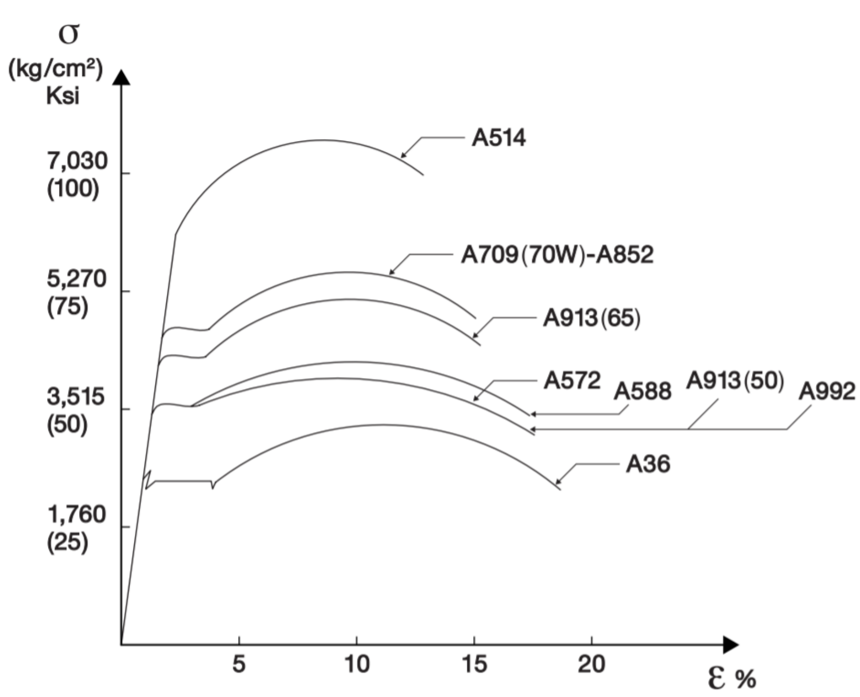
Resistencia El acero estructural es un material homogéneo e isótropo de calidad uniforme que permite soportar grandes esfuerzos, por lo que en la mayoría de los casos se obtienen miembros con espesores relativamente pequeños en comparación con sus otras dimensiones.

Estas propiedades le dan mayores niveles de seguridad a una estructura sobre todo cuando está sujeta a esfuerzos causados por cargas accidentales, principalmente sismo o viento, ya que estas fuerzas pueden ocasionar inversiones de esfuerzos.

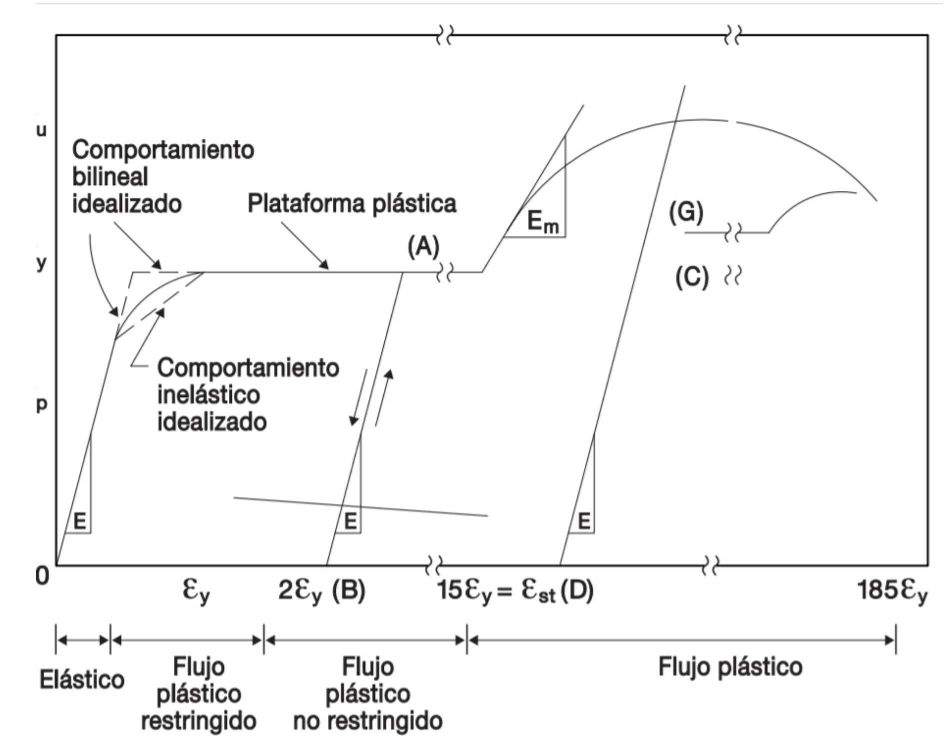
La resistencia a las diversas solicitaciones de los miembros estructurales de acero depende de la forma del diagrama esfuerzo-deformación, y particularmente de los **esfuerzos de fluencia** Fy y de ruptura en tensión Fu. En el diseño de una estructura se buscará el equilibrio entre fuerzas externas e internas de tal manera que se obtenga una estructura resistente a las solicitaciones actuantes.

FLUENCIA.

La fluencia o cedencia es la deformación irrecuperable de la probeta, a partir de la cual solo se recuperará la parte de su deformación correspondiente a la deformación elástica, quedando una deformación irreversible. Este fenómeno se sitúa justo encima del límite elástico, y se produce un alargamiento muy rápido sin que varíe la tensión aplicada



Gráfica esfuerzo-deformación para varios grados de acero estructural.



Gráfica esfuerzo-deformación del acero.
Intervalos de comportamiento estructural.

- Ductilidad El acero es un material dúctil por naturaleza, que tiene además un comportamiento estable bajo inversiones de carga y tiene una relación resistencia- peso conveniente. El acero puede aceptar deformaciones importantes más allá del límite elástico sin fallar, tiene pues capacidad para permitir las deformaciones inelásticas que puedan requerirse.

- Puede utilizarse para construir estructuras estáticamente indeterminadas que satisfagan los requisitos de diseño sísmico. Es por consiguiente, muy conveniente para construcciones ubicadas en zonas de alta sismicidad.

- No obstante, la ductilidad intrínseca del acero no se conserva necesariamente en la estructura terminada, por lo que debe procederse con mucho cuidado durante el diseño y la construcción para evitar la pérdida de esta propiedad.

- Es esta propiedad, característica intrínseca del acero estructural, que no exhibe en forma completamente clara ningún otro material de construcción, y que hace posible la aplicación del análisis plástico al diseño de estructuras.

- No todos los aceros cumplen con los requisitos de ductilidad que se requieren en zonas de alta sismicidad; específicamente se requiere un comportamiento como el que se muestra en la figura 2 en que se representa esquemáticamente la gráfica esfuerzo deformación de una probeta durante la prueba de tensión.

- El hecho de que el acero estructural sea dúctil no implica que la estructura fabricada con este material sea también dúctil; por el contrario, para lograrlo deben tomarse en cuenta una serie de precauciones, a veces no fáciles de conseguir, que son los que hacen que una estructura de acero pueda considerarse adecuada para funcionar en zonas sísmicas.

- La ductilidad depende fundamentalmente de la composición química del acero, de la estructura metalográfica y de la forma, tamaño y distribución de las inclusiones no metálicas y de segregaciones. Esta propiedad ha adquirido una importancia fundamental en los criterios actuales de diseño sísmico de estructuras.

DUCTILIDAD

- "la capacidad para conducir el calor o la electricidad, la dureza, la maleabilidad o la ductilidad son cualidades específicas de ciertos materiales´´



• CATEGORIZACION MEDIANTE COMPOSICION PARA AMBITO DE EMPLEO

La norma ASTM categoriza las propiedades de los aceros y miden su rendimiento a través de cuatro características:

- **Módulo de elasticidad**
- **Tensión de dureza**
- **Rendimiento mínimo a la tensión**
- **Despojar**

Esta norma no especifica la composición directamente, sino que más bien determina la aplicación o su ámbito de empleo. Por lo tanto, no existe una relación directa y biunívoca con las normas de composición.

La ASTM también evalúa y clasifica a los aceros al carbono, aleaciones de acero, los aceros forjados, moldeados y laminados y los aceros que son tratados al calor y los no tratados.

El esquema general que está norma emplea para la numeración de los aceros es:

Donde,

Y:es la primera letra de la norma que indica el grupo de aplicación según la siguiente lista:

A: si se trata de especificaciones para aceros;

B: especificaciones para no ferrosos;

C: especificaciones para hormigón

D: especificaciones para químicos, así como para aceites, pinturas, etc.

E: si se trata de métodos de ensayos

EJEMPLO DE LA CLASIFICACIÓN ES:

A36: especificaciones para aceros estructurales al carbono.

A285: especificaciones para aceros al carbono de baja e intermedia resistencia para uso en planchas de recipientes a presión.

A325: especificaciones para pernos estructurales de acero con tratamiento térmico y una resistencia a la tracción mínima de 120/105 ksi.

A514: especificaciones para planchas aleadas de acero templadas y revenidas con alta resistencia a la tracción, adecuadas para soldar.



EJEMPLO DE ESTRUCTURA DEL CÓDIGO ASTM

ASTM	A36 / A36M	-	96	a
Norma	Código (sistema Inglés Sistema Métrico)	y	Año de adopción	Revisión en año

- **ASTM A 6 / A6M-9 6 b 3° revisión en 1996** Requerimientos generales para lanchas, perfiles y láminas de acero estructural laminados.
- **ASTM A615/A615M-9 6 a 2° revisión año 1996** Barras de acero deformado y lisa para refuerzo de concreto armado



ALGUNOS DE LOS ACEROS MÁS COMUNES DENTRO DE ESTA NORMA ASTM

- Especificando unidades:
- **Ksi,** unidad de medida que se refiere a la presión, exactamente a los kilolibras de fuerza por pulgada cuadrada que se ejercen sobre un objeto. Esta unidad se suele utilizar con materiales en ciencia e ingeniería para medir la tensión. Un Ksi son 1.000 psi, o libras de fuerza por pulgada cuadrada.
- **Pa Pascal, MPa Mega Pacal,** el pascal es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma,

Normas		F_y[b] (kg/cm²)	F_u[b] (kg/cm²)	Formas	Usos principales
	ASTM				
	A-607	3 165 4 920	4 228 5 980	Lámina	Miembros formados en frío para fines estructurales.
	A-611	1 760 2 110 2 320 2 810 5 625	2 955 3 165 3 375 3 655 5 765	Lámina de acero laminada en frío	Miembros estructurales fabricados con perfiles formados en frío para edificios especialmente estandarizados, conexiones soldadas, atornilladas y remachadas en frío.
	A-618	3 165	4 570 4 920	Perfiles y tubos circulares laminados en caliente	Construcción remachada, atornillada y soldada.
	A-514	6 325 7 030	7 030 9 140	Placa	Estructuras soldadas.
	A-709	3 165 3 520	4 570 4 920	Placa	Puentes. Hay tres niveles de resistencia: resistencia a la corrosión, resistencia a la corrosión incrementada y requisitos estrictos en la prueba de impacto.

Normas ASTM	F_y [b] (kg/cm²)	F_u [b] (kg/cm²)	Formas
A-36	2 530	4 080 - 5 620	Placas, barras y perfiles
A-53 (Grado B)	2 460	4 220 mín	Tubos con o sin costura
A-500	2 320 3 235[c]	3 165 4 080[c]	Tubos formados en frío, sin costura o soldados de sección cuadrada, rectangular o de otras formas
A-501	2 530	4 080	Tubos sin costura o soldados formados en caliente, redondos, cuadrados, rectangulares o de forma especial
A-529	2 950	4 220 - 5 975	Placas y barras con espesor máximo de 13 mm
A-570	2 110 - 3 520	3 445 - 4 570	Lámina

Normas ASTM	F_y [b] (kg/cm²)	F_u [b] (kg/cm²)	Formas	Usos principales
A-242	2 950 3 520	4 430 4 920	Placas, barras y perfiles	Fines estructurales en general, construcción soldada, atornillada y remachada.
A-441	2 810 3 520	4 220 4 920	Placas, barras y perfiles	Uso estructural en general, construcción soldada, atornillada y remachada.
A-446	2 320 2 600 2 810 3 515 5 625	3 165 3 655 3 865 4 570 5 765	Placas y perfiles IPR	Lámina galvanizada revestida de zinc en rollo cortada en longitudes comerciales, miembros estructurales fabricados con perfiles formados en frío, para estructura de edificios estandarizados, conexiones soldadas, atornilladas y remachadas en frío.
A-572	3 165 3 520	4 570 4 920	Lámina fabricada en caliente y en frío	Miembros o componentes de estructuras de acero para edificios construcción, soldadas y atornilladas.
A-588	2 950 3 515	4 430 4 920	Placas y barras resistentes a la corrosión	Construcción atornillada y remachada.
A-606	3 165 3 515	4 570 4 920	Placa	Perfiles formados en frío de calibres delgados resistentes a la corrosión.